SNI

SNI 03-6720.2-2002

Standar Nasional Indonesia

Geotekstil - Bagian 2: Tata cara pengukuran diameter lubang dan permeabilitas geotekstil sebagai filter dan transisi dalam bendungan urugan

ICS 93.160

Badan Standardisasi Nasional

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

Daftar isi

Daftar isi i

Prakata ii

1 Ruang lingkup 1

2 Acuan 1

3 Pengukuran dimensi lubang geotekstil 1

4 pengukuran permeabilitas melintang geotekstil 2

5 Persyaratan permeabilitas filter 3

Lampiran A : Daftar istilah 6

Prakata

Standar ini disusun oleh Gugus Kerja Bangunan Hidraulik dan Geoteknik Keairan termasuk pada Sub Pantek Teknologi Sumber Daya Air yang berada dibawah Panitia Teknik Konstruksi dan Bangunan Badan Penelitian dan Pengembangan Permukiman dan Pengembangan Wilayah, Departemen Permukiman dan Pengembangan Wilayah.

Penulisan Standar ini mengacu kepada Pedoman Badan Standardisasi Nasional Nomor 8 Tahun 2000 tentang Penulisan Standar Nasional Indonesia.

Penyusunan Standar ini melalui proses pembahasan Gugus Kerja, Prakonsensus dan Konsesnsus yang melibatkan para nara sumber dan pakar dari berbagai instansi terkait.

Geotekstil – Bagian 2: Tata cara pengukuran diameter lubang dan permeabilitas geotekstil sebagai filter dan transisi dalam bendungan urugan

1 Ruang lingkup

Standar ini mencakup tata cara pengukuran diameter lubang dan permeabilitas geotekstil sebagai filter dan transisi dalam bendungan urugan untuk memenuhi persyaratan permeabilitas geotekstil sebagai filter.

2 Acuan

- SNI 03-6720.1-2002, *Geotekstil – Bagian 1: Tata cara pemasangan geotekstil sebagai filter dan transisi dalam bendungan urugan.*

- ACI Standard 318/318R, *Building code requerement for reinforcement concrete and commentary.*

3 Pengukuran dimensi lubang geotekstil

Metode yang paling umum digunakan menyangkut penyaringan tanah standard atau contoh tanah dengan geotekstil, menggunakan getaran atau beberapa metode untuk terus menggerakkan tanah di dalam saringan. Bellotti dan Puccio (1982) menggunakan penyaringan basah, dan mendefinisikan ukuran maksimum lubang geotekstil adalah 98% ukuran tanah yang melalui lubang itu. Heerten (1981) menggunakan penyaringan basah dan mendefinisikan ukuran lubang geotekstil dengan cara yang sama seperti Bellotti dan Puccio. Fayoux (1981) menganjurkan penyaringan basah, dan menggambil ukuran lubang yang efektif 95% dari ukuran tanah yang melewatinya.

Oginк (1975) memakai penyaringan kering, dan serangkaian fraksi pasir dengan ukuran yang berbeda, masing-masing disaring selama 5 menit. Kemudian ia menggunakan metode probabilistik untuk memperkirakan kisaran ukuran lubang geotekstil dengan membuat grafik hubungan logaritma persentase dari masing-masing fraksi pasir yang melewati geotekstil dalam 5 menit terhadap logaritma dari 50% ukuran fraksi pasir. Kemudian ia menetapkan ukuran lubang n% (n% lubang lebih kecil daripada ukuran ini) sebagai 50% ukuran fraksi pasir yang n% di antaranya lolos dari geotekstil dalam waktu 5 menit, yang bisa diinterpolasikan dari grafik tersebut. Metode ini juga didukung oleh Schober dan Teindl (1979). Ruddock (1977) menggunakan metode yang serupa, tetapi dengan ukuran fraksi yang berbeda berdasarkan standar "gelas ballotini" dan menyaring masing-masing fraksi selama 10 menit. Dept. of Army, US Corps of Engineers (1977) juga menganjurkan penyaringan dengan "ballotini" dibagi menjadi fraksi-fraksi sesuai kisaran saringan standar USA. Mereka menentukan ukuran lubang geotekstil (Oe) sama dengan saringan yang menahan fraksi ballotini yang 5% di antaranya melewati geotekstil. Rollin *et al.*, (1980) mengkritik penggunaan metode penyaringan untuk geotekstil tebal non-anyam, dengan menyatakan bahwa geotekstil jenis ini tidak sepenuhnya bekerja dengan cara yang kompleks dalam penghentian partikel. Metode standar untuk pengujian semacam ini sampai sekarang masih diperdebatkan.

Calhoun (1972) menggunakan metode optik untuk mengukur besarnya lubang anyam geotekstil. Paute dan Chene (1977) dan Andrei, Strunga, Antonescu dan Petrica (1982) menjelaskan penggunakaan variasi antara volume air yang tertahan di dalam geotekstil dan besarnya pengisapan air tersebut untuk memperkirakan distribusi ukuran pori dari suatu model kapiler. Cole (1975) mengacu kepada metode yang serupa. Masounave dkk. (1980) menjelaskan pemakaian teknik analisis citra (image analyser) yang mana bahan dijenuhkan dengan resin transparan, dipasang dan dipoles penampangnya kemudian di "scan" secara optik menggunakan peralatan otomatik. Porositas dan distribusi ukuran pori kemudian disimpulkan teoritik dengan teori probabilitik dari kerapatan serat bahannya (banyaknya serat per satuan luas) yang telah teramati. Studi morfologi yang dilaksanakan dengan mikroskop optik dan elektron terhadap penampang, yang tipis dan sangat tipis, dari contoh tekstil-tanah utuh akhir-akhir ini lebih banyak dilakukan seperti dilaporkan oleh Sotton, Leclerq, Federoff dan Paute (1982).

Rollin dkk *(1980)* dan Masounave (1980) membahas hubungan yang sama dan menyarankan suatu hubungan empirik antara kerapatan serat dan permeabilitas bahan non-anyam dengan tebal lebih dari 1,5 mm. Hal ini memungkinkan kerapatan serat disimpulkan dari pengukuran permeabilitas, dan dengan demikian porositas dan distribusi ukuran pori bisa disimpulkan tanpa pengamatan langsung kerapatan serat.

Perbedaan ukuran lubang untuk suatu geotekstil tertentu yang dihasilkan dari berbagai metode pengujian dan definisi bisa sangat banyak. Misalnya, Schober dan Teindl (1979), untuk suatu geotekstil tipikal, menemukan bahwa O_{50} = 0,14 mm, O_{90} = 0,19 mm, dan O_{98} = 0,22 mm Kriteria filter yang berlainan didasarkan pada berbagai definisi ukuran lubang. Keragaman antara berbagai contoh kecil geotekstil mungkin juga banyak (Ruddock, 1977) dan pada umumnya perlu dilakukan pengujian terhadap sejumlah contoh dan mengambil suatu nilai rata-rata bobot secara konservatif.

Metode sederhana yang paling efektif untuk mengukur besarnya lubang yang sekarang biasa dilakukan tampaknya adalah menentukan ukuran lubang maksimum dengan cara penyaringan basah. Suatu perbandingan menarik tentang hasil penelitian baru dari berbagai laboratorium tentang penentuan karakteristik filtrasi geotekstil disampaikan oleh Fayoux, Cazzuffi, dan Faure (1984). Dalam kesimpulan ditegaskan bahwa metode dengan filtrasi hidrodinamik lebih disukai daripada penyaringan dengan getaran karena beberapa alasan berikut :

a) Metode percobaan lebih dekat kepada kenyataan.

b) Metode sedikit dipengaruhi oleh distribusi ukuran partikel tanah yang digunakan di dalam pengujian dan sedikit dipengaruhi oleh peralatan : kemudahan penggandaan dari satu laboratorium ke laboratorium lain adalah memuaskan.

c) Metode getaran tampaknya memberikan hasil yang lebih menyebar : sifat getaran terkait dengan contoh yang diuji tidak hanya tergantung pada alatnya saja, tetapi juga pada seluruh perangkat pengujian, termasuk tempat contohnya.

4 Pengukuran permeabilitas melintang geotekstil

Permeabilitas untuk air pada umumnya di tentukan oleh pabrik. Permeabilitas tersebut mungkin dinyatakan sebagai aliran melalui geotekstil per satuan luas pada suatu tinggi tekan standar. biasanya 100 mm, atau sebagai koefisien permeabilitas teknik, "k". Jika permeabilitas sebenarnya harus diperoleh maka Angka Reynold kritik yang membatasi aliran laminer tidak boleh dilampaui di dalam pengujian (Groupe de Travail du Comite Francais des Grands

Barrages, 1982). Ogink (1975) menyarankan penggunaan suatu bentuk modifikasi dari Hukum Darcy untuk memperhitungkan aliran turbulen :

$$q^n = k_f \, . \, A \, . \, i$$

dimana q adalah debit, n adalah faktor yang berkisar dari 1,0 untuk aliran laminer sampai 2.0 untuk aliran turbulen, k_f adalah koefisien turbulensi dari permeabilitas, A adalah luas, dan *i* adalah gradien hidraulik.

Pengujian bisa dilakukan terhadap masing-masing lembaran geotekstil (McGown *et al.*, 1982), atau pada tumpukan lembaran (Bourdillon, 1976). Yang terakhir ini mempermudah penerapan tekanan terhadap tumpukan dan penyelidikan tentang perubahan permeabilitas dengan tekanan normal.

5 Persyaratan permeabilitas filter

Sering dikehendaki agar filter lebih lolos air daripada tanah dasar yang dilindunginya, untuk menyakinkan agar filter tersebut berperan juga sebagai drainase. Untuk filter butiran, sering diperlukan permeabilitas lebih dari 10 kali permeabilitas tanah dasarnya. Hal ini dapat dinyatakan dengan hubungan pendekatan gradasi, seperti yang disebutkan di dalam kriteria Terzaghi, yang mensyaratkaan ukuran D_{15} filter paling sedikit empat kali lebih besar daripada ukuran D_{15} tanah dasar. Pada umumnya, permeabilitas yang disyaratkan di dalam suatu filter paling baik ditentukan langsung dari hilangnya tinggi tekan dalam sistem gabungan filter/drainase. Kemungkinan menurunnya permeabilitas akibat penyumbatan atau kemerosotan mutu jangka panjang harus diperhitungkan.

Situasi serupa di mana digunakan geotekstil. Namun, karena geotekstil itu tipis hilangnya tinggi tekan akan kecil meskipun permeabilitasnya jauh lebih kecil daripada tanah yang dilindunginya. Hal ini menunjukkan bahwa untuk penggunaan geotekstil jauh pada kedalaman tertentu, syarat untuk suatu permeabilitas melintang yang tinggi tidak kritis. Namun akan jauh lebih kritis pada tempat yang dangkal dan tegangan normal yang rendah, seperti dalam penggunaan geotekstil di bawah pelindung lereng. Suatu tekanan angkat yang kecil akibat perlawanan terhadap aliran di bentangan geotekstil dapat menyebabkan keruntuhan dalam situasi seperti itu. Calhoun (1972) melaporkan dua kasus kerusakan batu kosong pelindung lereng yang dialasi oleh geotekstil di tempat terbuka yang relatif kecil dapat juga tersumbat oleh material halus. Haliburton dan Wood (1982) juga melaporkan temuan yang sama.

Penyumbatan adalah suatu ciri umum dalam penggunaan geotekstil sebagai filter.

Penyumbatan tersebut mungkin permanen atau partikel halus yang menyumbat mungkin hanyut terbawa air jika aliran membalik (Rollin *dkk.*,1980). Penyumbatan oleh presipitasi senyawa besi juga telah dilaporkan oleh Scheurenberg (1982) dan telah dikaji oleh Veldhuizen van Zanten dan Thabet (1982). Penyumbatan oleh akitifitas bakteri dapat dilihat dalam SNI..... : Tata cara Pemasangan Geotekstil sebagai Filter dan Transisi dalam Bendungan Urugan.

Pengaruh penyumbatan terhadap permeabilitas dapat diamati jika geotekstil diuji sendiri setelah mengalami aliran dari tanah yang sesuai (Giroud *dkk.*,1977; Rollin *dkk.*,1980). Hilangnya tinggi tekan melalui filter geotesktil lebih besar daripada yang ditunjukkan oleh permeabilitasnya dalam kondisi bersih yang disebabkan penumpukan partikel halus di mukanya (Rollin dkk., 1980). Heerten (1981, 1982) menemukan bahwa penurunan permeabilitas geotekstil non-anyam akibat penyumbatan jauh lebih besar dalam contoh yang didapat dari bawah pelindung lereng daripada

dalam pengujian penyumbatan jangka pendek di laboratorium. Berdasarkan pengamatan tersebut ia menyarankan faktor penurunan permeabilitas yang disebabkan penyumbatan geotekstil anyam dan non-anyam yang keduanya digunakan di bawah pelindung lereng untuk melindungi pasir lanauan. Hubungan Heerten untuk bahan non-anyam dapat dinyatakan dalam bentuk :

Faktor penurunan permeabilitas = $0,1 (n \times d \times D_w)^{0,7} / k_f^2$

dengan pengertian :
k_f permeabilitas standar filter bersih
D_w ukuran lubang efektif bahan dengan penyaringan
d tebal bahan pada tegangan normal $2kN/m_2$
n porositas bahan

Contoh yang diuji menunjukkan banyak keragaman mengenai hubungan ini. Penentuan D_w termasuk penyaringan basah selama 15 menit. Tingkat penyumbatan di bawah pelindung lereng mungkin tidak sama dengan penyumbatan yang terjadi pada geotekstil yang tertanam jauh di dalam tanah.

Metode uji alternatif yang diusulkan oleh Dept. of Army, US Corps of Engineers (1977) mencakup pengujian kombinasi tanah/geotekstil dalam aliran ke bawah dalam suatu permeameter yang disesuaikan, dengan pisometer pada 25 mm dan 75 mm di atas geotekstil dibagi oleh gradien hidraulik dari 25 sampai 75 mm di atas geotekstil. Suatu nilai perbandingan maksimum 3 yang dicapai saat kondisi aliran stabil dianggap dapat diterima. Haliburton dan Wood (1982) memberikan informasi selanjutnya mengenai pendekatan cara ini. Koerner dan Ko (1982) menunjukkan bahwa perbandingan gradien stabil tidak tercapai dalam tanah lempung lanauan sampai pengujian berjalan sekitar 2000 jam. Stabilitas dicapai dalam 200 jam atau kurang di dalam tanah lanau. Hal ini menggambarkan pentingnya tanah dasar dalam menentukan persyaratan uji permeabilitas. Diperlukan pengujian yang luas untuk menerapkan metode ini ke dalam situasi yang praktis. Pendekatan ini mungkin konservatif (Glen, Simons, dan Demery, 1981).

Giroud dkk. (1977) melaporkan bahwa permeabilitas geotekstil non-anyam telah berkurang sampai 0,1 dari nilai asalnya setelah digunakan beberapa tahun di bawah pelindung lereng untuk melindungi kerikil pasir-lempungan yang agak kohesif. Veldhuizen, van Zanten, dan Thabet (1982) melaporkan penyumbatan yang luas pada geotekstil berumur 7 tahun di bawah pelindung lereng di atas tanah pasiran, dan perubahan pada tanah di bawahnya sampai kedalaman 70 mm.

Heerten (1981) menyarankan bahwa permeabilitas bahan, setelah modifikasi oleh faktor penyumbatan yang dikemukakannya, tetap harus lebih besar daripada permeabilitas tanah yang akan dilindungi. McKeande (1977) menganjurkan permeabilitas filter bersih paling sedikit harus lima kali permeabilitas tanah yang akan dilindungi. Saran ini adalah untuk geotekstil yang digunakan pada kedalaman yang dangkal.

French National Committee (Loudiere, dkk. 1982) menganjurkan kriteria yang sangat ketat, disebutkan bahwa geotekstil harus mempunyai permeabilitas paling sedikit 100 kali permeabilitas tanah, dengan alasan bahwa di dalam bendungan dituntut kinerja/ketahanan yang sangat tinggi.

Tampaknya tidak ada perbedaan prinsip antara penyumbatan geotekstil dan penyumbatan lapisan permukaan filter butiran. Penyumbatan pada filter butiran lebih mudah diamati karena

terjadi secara terpusat pada jarak yang pendek. Hoogendoorn dan Van der Meulen (1977) melakukan uji perbandingan penyumbatan geotekstil dan filter butiran dan hasilnya menunjukkan bahwa penyumbatan pada kedua tipe filter tersebut sebanding.
Kuat tarik geotekstil mungkin besar di tempat yang dangkal. Suatu tekanan angkat pada geotekstil yang tersumbat dapat bekerja di atas areal yang luas dan mengangkat material di atasnya seperti misalnya batu kosong. Dalam suatu filter butiran tanpa kuat tarik tekanan yang sama lebih cenderung menimbulkan rekahan setempat yang melepaskan tekanan tersebut tanpa menimbulkan kerusakan yang sama pada lapisan material di atasnya.

Ciri kedua yang terlihat dalam permeabilitas beberapa jenis geotekstil adalah ketergantungannya kepada tegangan normal yang membebaninya (Bourdillon, 1976; Gourc, Gaure, Rollin dan Lafleur, 1982; McGown, Kabir, and Murray, 1982). Penurunan sampai 0,2 dari nilai asalnya sering teramati akibat penerapan suatu tegangan normal 100 kN/m^2 dan penurunan selanjutnya terjadi pada tegangan yang makin tinggi. Ciri ini perlu dipertimbangkan di dalam desain. Perlu diperhatikan bahwa ukuran lubang efektif geotekstil cenderung berkurang dengan menurunnya permeabilitas. Namun, mungkin banyak keragaman lokal yang bekerja sebagai tegangan normal pada geotekstil yang tertanam dan karena itu mungkin tidak konservatif suatu desain filter yang mengandalkan hubungan antara berkurangnya ukuran lubang dengan tekanan.

Secara ringkas, adalah bijaksana untuk menggunakan geotekstil yang permeabilitas transversalnya sama dengan tanah dasar, setelah membiarkan terjadinya penyumbatan yang akan terjadi dalam jangka panjang dan pengaruh tegangan normal terhadap permeabilitas. Anjuran French National Committee bahwa permeabilitas awal dalam keadaan bebas tegangan harus 100 kali lebih besar daripada tanah dasar cukup konservatif dalam memastikan hal tersebut.

Lampiran A

(normatif)

Daftar Istilah

Bendungan urugan	:	*fill dam*
Diameter lubang	:	*opening size*
Analisis citra	:	*image analyser*
Gradien hidraulik	:	*hidraulic gradient*
Batu karang pelindung lereng	:	*rip-rap slope protection*
Faktor penyumbatan	:	*clogging factor*

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

BADAN STANDARDISASI NASIONAL - BSN
Gedung Manggala Wanabakti Blok IV Lt. 3-4
Jl. Jend. Gatot Subroto, Senayan Jakarta 10270
Telp: 021- 574 7043; Faks: 021- 5747045; e-mail : bsn@bsn.go.id